



## Effects of Different Salt Concentrations on Germination and Early Seedling Growth in Sugar Maize (*Zea mays L. Var. sacharata sturt.*) Cultivars #

Hasan Akay<sup>1,a,\*</sup>, Elif Öztürk<sup>2,b</sup>, İsmail Sezer<sup>2,c</sup>, Murat Can Bahadır<sup>2,d</sup>

<sup>1</sup>Department of Plant and Animal Production, Bafra Vocational School, Ondokuz Mayıs University, 55400 Bafra/Samsun, Turkey

<sup>2</sup>Department of Field Crops, Faculty of Agriculture, Ondokuz Mayıs University, 55105 Atakum/Samsun, Turkey

\*Corresponding author

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p><sup>#</sup>This study was presented as an oral presentation at the 13<sup>th</sup> National, 1<sup>st</sup> International Field Crops Conference (Antalya, TABKON 2019)</p> <p><i>Research Article</i></p> <p>Received : 21/11/2019 Accepted : 05/12/2019</p> <p><i>Keywords:</i> Sugar maize Seed germination Salinity Seedling strength Salt tolerance index</p>	<p>This study was carried out to determine the effect of different NaCl concentrations on germination and early seedling growth of some sugar maize (<i>Zea mays L. sacharata sturt.</i>) Varieties. NaCl was applied to the seeds of Vega F1 (sh2), Merit F1 (su) and Tanem F1 (su) varieties at 0 (control), 2, 4, 6, 8 and 10 dSm<sup>-1</sup> concentrations. 5 days after seed sowing germination rate, 12 days after the root length, stem length, stem stem ratio, root dry matter ratio, stem dry matter ratio, seedling power index and salt tolerance were measured. Significant differences were found between the characters examined in the study. As a result; It was determined that germination rate and seedling growth characteristics decreased as cultivars salt ratio increased to different salt concentrations. It has been determined that while the total F1 cultivars have the highest values in terms of germination rate and salt stress tolerance, it has the lowest values in terms of root and stem length and root stem ratio. In terms of seedling power index, Vega F1, Tanem F1 and Merit F1, respectively. According to the correlation results, statistically significant positive differences were found between the parameters examined. It was determined that seed germination and early seedling growth parameters were not affected from the germination environment up to 2 dSm<sup>-1</sup> salinity level, while it was found to be negatively affected at 2 dSm<sup>-1</sup> high levels. It has been determined that water up to 2 dSm<sup>-1</sup> salinity level can be used in sugar corn germination and early seedling development periods in aquaculture areas.</p>

Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi 7(sp2): 103-108, 2019

## Farklı Tuz Konsantrasyonlarının Şeker Mısır (*Zea mays L.Var. sacharata sturt.*) Çeşitlerinde Çimlenme ve Erken Fide Gelişimi Üzerine Etkileri

MAKALE BİLGİSİ	ÖZ
<p><i>Araştırma Makalesi</i></p> <p>Geliş : 21/11/2019 Kabul : 05/12/2019</p> <p><i>Anahtar Kelimeler:</i> Şeker mısır Tohum çimlenmesi Tuzluluk Tuz tolerans indeksi</p>	<p>Bu çalışma, farklı NaCl konsantrasyonlarının bazı şeker mısır (<i>Zea mays L. sacharata sturt.</i>) çeşitlerinin çimlenme ve erken fide gelişimi üzerine etkisini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Çalışmada Vega F1 (sh2), Merit F1 (su) ve Tanem F1 (su) çeşitlerinin tohumlarına 0 (kontrol), 2, 4, 6, 8 ve 10 dSm<sup>-1</sup> konsantrasyonlarında NaCl uygulanmıştır. Tohum ekiminden 5 gün sonra çeşitlerin çimlenme oranı, 12 gün sonra kök uzunluğu, gövde uzunluğu, kök gövde oranı, kök kuru madde oranı, gövde kuru madde oranı, fide gücü indeksi ve tuz toleransı ölçümleri yapılmıştır. Araştırmada incelenen karakterler arasında istatistikî açıdan önemli farklılıklar tespit edilmiştir. Sonuç olarak; farklı tuz konsantrasyonlarına çeşitler tuz oranı arttıkça çimlenme oranı ve fide gelişimi özelliklerinin azaldığı tespit edilmiştir. Tanem F1 çeşit çimlenme oranı ve tuz stresine toleransı bakımından en yüksek değerlere sahipken kök ve gövde uzunluğu ve kök gövde oranı bakımından ise en düşük değerlere sahip olduğu tespit edilmiştir. Fide gücü indeksi bakımından ise sırasıyla Vega F1, Tanem F1 ve Merit F1 olduğu belirlenmiştir. Çalışmada yapılan korelasyon sonuçlarına göre, incelenen parametreler arasında istatistikî açıdan pozitif yönde önemli farklılıklar tespit edilmiştir. Çimlendirme ortamından 2 dSm<sup>-1</sup> tuzluluk düzeyine kadar tohum çimlenmesi ve erken fide gelişim parametrelerinin etkilenmezken 2 dSm<sup>-1</sup> yüksek düzeylerde ise olumsuz yönde etkilendiği belirlenmiştir. Yetiştiricilik yapılan bölgelerde 2 dSm<sup>-1</sup> tuzluluk düzeyine kadar suların, şeker mısır çimlenme ve erken fide gelişim dönemlerinde kullanılabilceği tespit edilmiştir.</p>

<sup>a</sup> [hasan.akay@omu.edu.tr](mailto:hasan.akay@omu.edu.tr)  
<sup>c</sup> [isezer@omu.edu.tr](mailto:isezer@omu.edu.tr)

<sup>b</sup> <https://orcid.org/0000-0003-1198-8686> | <sup>d</sup> [elif.ozturk@omu.edu.tr](mailto:elif.ozturk@omu.edu.tr)  
<https://orcid.org/0000-0002-8407-7448> | [muratcac@hotmail.com](mailto:muratcac@hotmail.com)

<https://orcid.org/0000-0001-9723-6092>  
<https://orcid.org/0000-0001-7923-3787>



## Giriş

Tahıllar insan beslenmesinde temel gıda maddesinin olmasının yanı sıra, ekolojik ve sosyo-ekonomik açıdan tarımsal üretimde vazgeçilmez ürün grubudur. Tahıllar içerisinde yer alan mısır Dünya’da üretim bakımından ilk sırada yer almaktadır (FAO, 2019).

Dünyada üretilen mısırın %27’si insan beslenmesinde, %73’ü ise hayvan yemi olarak kullanılmaktadır. Gelişmekte olan ülkelerde mısırın kullanımı hayvan beslenmesinde %46, insan beslenmesinde ve sanayi hammaddesi olarak %54’tür. Gelişmiş ülkelerde ise bu oran hayvan beslenmesinde %90, insan beslenmesinde ve sanayi hammaddesi olarak %10’dur. Dünyada insan beslenmesinde tüketilen günlük kalorinin %11’i mısır bitkisinden sağlanmaktadır. Bu oran gelişmiş ülkelerde %4’e düşerken, Meksika ve Orta Amerika gibi ülkelerde %27’e kadar yükselmektedir. Mısırın endüstride kullanımı diğer tahıllara göre artmış, gün geçtikçe de artmaktadır (Kırtok, 1998). Bunun sebebi; birim alandan yüksek verim alınması, yetiştirme tekniği, hasat, nakliye ve depolama gibi işlemlerinin kolay oluşu ve sürekli geliştirilme özelliğine sahip olmasıdır.

Mısır bitkisinin, 7 farklı varyete grubu içinde bir tanesi de şeker mısırdır. Bu varyete grupları içerisinde şeker mısır (*Zea mays L. sacharata* STURT.) taze koçanları haşlanarak ve közlenerek doğrudan tüketildiği gibi, taze taneleri konserve yapılarak, haşlanarak veya dondurularak da değerlendirilmektedir. Şeker mısır ismini almasının nedeni ise, endospermelerinde yüksek oranda şeker bulundurmasından dolayıdır (Öktem ve Öktem, 2006). Taneleri, protein ve yağ oranı bakımından da zengindirler. Bazı ülkelerde şeker mısır üretimi sebzeçilik alanlarına kaydırılmıştır. Şeker mısırın taze tüketimi son yıllarda hızla artarken, konserve ve salata garnitürü olarak tüketimi de büyük şehirlerde hızla yaygınlaşmaktadır. Bu tüketimin artması şeker mısır üretim alanlarının artmasını sağlamıştır (Kırtok, 1998).

Şeker mısırdaki bitki beslemeye özen göstermek verim ve kalite için temel gerekliliktir. Mısırın topraktan almaya ihtiyaç duyduğu su ve besin maddesi miktarı oldukça yüksektir. Zengin ve dengeli içeriği olan verim ve kaliteyi artırıcı gübre kullanımı ile mısır bitkisinin topraktan yeteri kadar elde edemediği besin ihtiyacı tamamlanmış ve olumsuz iklim koşullarının yarattığı verim düşürücü etkenler telafi edilmiş olur (Anıl ve Sezer, 2003).

Bitkisel üretim alanlarında yapılan bilinçsiz gübreleme ve sulama sonucunda, Dünya üzerinde 800 milyon hektardan daha fazla alanın tuz stresinden etkilendiği, bu alanın dünya toplam kara alanının %6’sına karşılık geldiği bilinmektedir (FAO, 2009; Munns, 2005). Ülkemizde sulanan alanların yaklaşık %32,5’i tuzluluktan etkilenmektedir (Ekmekçi ve ark., 2005). Toprakta veya suda tuzluluk, bitki büyümesini ve verimliliğini olumsuz etkileyen önemli abiyotik stres faktörlerinin başında gelmektedir.

Bitkilerde tuz stresinin tüm gelişme dönemlerini etkilediği, ancak pek çok bitki türünde en çok zararın çimlenme ve erken gelişme dönemlerinde görüldüğü bildirilmektedir (Munns, 2002). Çimlenme ve erken gelişme dönemlerinde herhangi bir olumsuzluk yaşanmaması, dolayısıyla birim alanda istenen bitki

sıklığının elde edilmesi, başarılı bir bitkisel üretimin ön şartıdır (Munsuz ve ark., 2001; Bradford, 1995).

Tuz stresinin bitki büyümesi üzerindeki olumsuz etkilerinden birisi de iyon toksisitesine neden olmasıdır. Bu da bitkide beslenme bozukluğuna sebep olarak, büyüme ve verimi olumsuz yönde etkilemektedir (Çulha ve Çakırlar, 2012).

Bu çalışma, farklı NaCl konsantrasyonlarının bazı şeker mısır (*Zea mays L. sacharata* STURT.) çeşitlerinin çimlenme ve erken fide gelişimi üzerine etkisini belirlemek amacıyla yürütülmüştür.

## Materyal ve Yöntem

Bu çalışma, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü Laboratuvarlarında, farklı NaCl konsantrasyonlarının bazı şeker mısır (*Zea mays L. sacharata* STURT.) çeşitlerinin çimlenme ve erken fide gelişimi üzerine etkisini belirlemek amacıyla 2019 yılında yürütülmüştür.

Araştırmada; üç farklı şeker mısır çeşitlerinin (Vega F1<sub>(sh2)</sub>, Merit F1<sub>(su)</sub> ve Tanem F1<sub>(su)</sub>) tohumları bitkisel materyal olarak kullanılmıştır. Çalışma, tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak yürütülmüş ve tohumlara 6 farklı tuzlu su (0,38 (kontrol), 2, 4, 6, 8, ve 10 dSm<sup>-1</sup>) uygulaması yapılmıştır. Tuzlu suyu elde edebilmek için suda eriyebilirliği yüksek olan NaCl tuzu kullanılmıştır.

Her çeşitten 20 adet tohum; çift katlı kurutma kâğıdı bulunan kapaklı şeffaf plastik kaplara (10×10×4cm), cımbız yardımıyla ekilmiştir (Nizam, 2011). Her çimlendirme kabına, konusuna göre, laboratuvarda hazırlanmış tuzlu su solüsyonundan 10 ml eklenmiştir. Çimlendirme kapları günlük 12 saat süreyle 12.000 lüks ışık ve 25±1°C sıcaklık ve %75 nem ihtiva eden iklimlendirme dolabına konulmuştur. Çimlendirme kaplarında tuz birikimini önleyebilmek için filtre kâğıtları 2 gün aralıklarla değiştirilmiştir (Rehman ve ark., 1996). Denemenin 1, 2, 3, 4 ve 5. günlerinde çimlenen tohumlar sayılmış ve “Uluslararası Tohum Test Birliği” kurallarına göre 2 mm kökçük uzunluğuna sahip olan tohum, çimlenmiş olarak kabul edilmiştir (ISTA, 2003). Tohum ekiminden 5 gün sonra çeşitlerin çimlenme oranı, 12 gün sonra kök uzunluğu, gövde uzunluğu, kök gövde oranı, kök kuru madde oranı, gövde kuru madde oranı, fide gücü indeksi ve tuz toleransı ölçümleri yapılmıştır.

Farklı tuzluluk düzeylerine göre şeker mısır tohumlarında fide gücü indeksi (FGİ)’nin belirlenmesinde “FGİ= (Kök + Gövde Kuru Ağırlık) / (Çimlenme Süresi)” formül kullanılmıştır (Butola ve Badola, 2004); tuz toleransı indeksi (TTİ) ise “TTİ= (Tuzlu su uygulamasındaki kök + gövde kuru ağırlık) / (Kontrol konusundaki kök + gövde kuru ağırlık)” formülü yardımıyla belirlenmiştir (Matwijcuk ve ark., 2012).

Verilerin istatistiksel analizi JMP istatistik programı aracılığıyla yapılmıştır (JMP, 2019). Grupların ortalamaları arasındaki farkın önemlilik kontrolü Tukey testi kullanılarak yapılmıştır. İncelenen karakterler arasındaki ilişki için Biplot, Pearson Korelasyon ve Regresyon analizi yapılmıştır.

**Bulgular ve Tartışma**

Üç farklı şeker mısır (Vega F1, Merit F1 ve Tanem F1) çeşitlerine farklı tuzluluk seviyelerine sahip sulama uygulamaları araştırmasında incelenen bütün özelliklerin ortalamaları ve varyans sonuçları Çizelge 1'de verilmiştir. İncelenen özellikler bakımından tuz konsantrasyonları arasında istatistiksel olarak çok önemli ( $P<0,01$ ); çeşitler açısından kök kuru madde oranı haricinde ise çok önemli

( $P<0,01$ ) ve çeşit x tuz etkisi bakımından ise, gövde kuru madde oranı ve kök kuru madde oranı dışındaki bütün karakterler istatistiksel anlamda çok önemli ( $P<0,01$ ) bulunmuştur. İncelenen karakterlerden gövde kuru madde oranı ile tuz tolerans indeksi ve çimlenme oranı arasında ve Kök kuru madde oranı ile kök gövde oranı arasında pozitif önemli ilişki, diğer bütün karakterler arasında pozitif çok önemli ilişki olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 1).

Çizelge 1 Farklı NaCl konsantrasyonlarının bazı şeker mısır çeşitlerinin incelenen parametre değerleri, varyans ve korelasyon analizi sonuçları

Table 1 Some NaCl concentrations of the parameters of some sugar corn varieties examined, variance and correlation analysis results

Tuz Ds/m	K.U.(cm)	G.U.(cm)	K.G.O.(%)	Ç.O.(%)	F.G.İ.	T.T.İ.(%)	G.K.M.O.(%)	K.K.M.O.(%)
<b>Merit</b>								
0	16,70 <sup>bc</sup>	18,57 <sup>b</sup>	89,97 <sup>bc</sup>	93,00 <sup>ab</sup>	32,80 <sup>b</sup>	100,00 <sup>a*</sup>	90,99	91,03
2	12,47 <sup>ef</sup>	16,13 <sup>cd</sup>	77,20 <sup>de</sup>	76,67 <sup>cd</sup>	21,90 <sup>d</sup>	82,43 <sup>cd</sup>	89,19	82,17
4	11,43 <sup>fg</sup>	15,47 <sup>d</sup>	73,80 <sup>ef</sup>	61,67 <sup>ef</sup>	16,59 <sup>e</sup>	66,29 <sup>efg</sup>	89,71	91,45
6	9,70 <sup>h</sup>	13,73 <sup>e</sup>	70,57 <sup>fg</sup>	53,33 <sup>fg</sup>	12,51 <sup>f</sup>	57,33 <sup>gh</sup>	88,50	90,60
8	8,10 <sup>i</sup>	11,77 <sup>fg</sup>	68,77 <sup>gh</sup>	41,67 <sup>hi</sup>	8,30 <sup>g</sup>	44,83 <sup>ij</sup>	87,69	87,23
10	6,27 <sup>j</sup>	11,37 <sup>fgh</sup>	55,07 <sup>i</sup>	25,00 <sup>k</sup>	4,41 <sup>hi</sup>	26,90 <sup>kl</sup>	87,89	77,34
Ortalama	10,78 <sup>b</sup>	14,51 <sup>b</sup>	72,56 <sup>a</sup>	58,56 <sup>b</sup>	16,08 <sup>c</sup>	62,96 <sup>b</sup>	89,00 <sup>b</sup>	86,64
<b>Tanem</b>								
0	17,43 <sup>b</sup>	18,27 <sup>b</sup>	95,43 <sup>a</sup>	96,33 <sup>a</sup>	34,41 <sup>b</sup>	100,00 <sup>a</sup>	89,59	89,95
2	14,87 <sup>d</sup>	16,83 <sup>c</sup>	88,33 <sup>c</sup>	91,67 <sup>ab</sup>	29,10 <sup>c</sup>	95,23 <sup>ab</sup>	87,40	88,59
4	12,03 <sup>efg</sup>	15,53 <sup>d</sup>	77,43 <sup>de</sup>	73,33 <sup>cd</sup>	20,20 <sup>d</sup>	76,17 <sup>de</sup>	90,55	91,28
6	6,73 <sup>j</sup>	12,33 <sup>f</sup>	54,60 <sup>i</sup>	66,67 <sup>de</sup>	12,70 <sup>f</sup>	69,22 <sup>ef</sup>	87,39	82,30
8	4,30 <sup>k</sup>	10,93 <sup>gh</sup>	39,10 <sup>j</sup>	45,00 <sup>gh</sup>	6,88 <sup>gh</sup>	46,69 <sup>hi</sup>	87,92	86,59
10	3,63 <sup>k</sup>	9,67 <sup>i</sup>	37,57 <sup>j</sup>	21,67 <sup>k</sup>	2,87 <sup>i</sup>	22,47 <sup>i</sup>	84,07	83,61
Ortalama	9,83 <sup>c</sup>	13,93 <sup>c</sup>	65,41 <sup>b</sup>	65,78 <sup>a</sup>	17,70 <sup>b</sup>	68,30 <sup>a</sup>	87,82 <sup>b</sup>	87,05
<b>Vega</b>								
0	19,83 <sup>a</sup>	20,97 <sup>a</sup>	94,60 <sup>ab</sup>	95,33 <sup>a</sup>	38,90 <sup>a</sup>	100,00 <sup>a</sup>	92,79	92,14
2	16,00 <sup>cd</sup>	19,43 <sup>b</sup>	82,33 <sup>d</sup>	83,33 <sup>bc</sup>	29,53 <sup>c</sup>	87,41 <sup>bc</sup>	88,16	88,31
4	13,23 <sup>e</sup>	18,43 <sup>b</sup>	71,77 <sup>fg</sup>	66,67 <sup>de</sup>	21,15 <sup>d</sup>	69,92 <sup>ef</sup>	92,19	90,39
6	11,07 <sup>g</sup>	16,43 <sup>cd</sup>	67,37 <sup>gh</sup>	57,67 <sup>ef</sup>	15,86 <sup>e</sup>	60,49 <sup>fg</sup>	92,33	92,39
8	8,13 <sup>i</sup>	12,40 <sup>f</sup>	65,67 <sup>h</sup>	33,33 <sup>ij</sup>	6,85 <sup>gh</sup>	34,96 <sup>jk</sup>	91,23	77,79
10	6,00 <sup>j</sup>	10,20 <sup>hi</sup>	58,80 <sup>i</sup>	21,67 <sup>k</sup>	3,52 <sup>i</sup>	22,73 <sup>i</sup>	87,95	64,72
Ortalama	12,38 <sup>a</sup>	16,31 <sup>a</sup>	73,42 <sup>a</sup>	59,67 <sup>b</sup>	19,30 <sup>a</sup>	62,59 <sup>b</sup>	90,78 <sup>a</sup>	84,29
<b>Ortalama</b>								
0	17,99 <sup>a</sup>	19,27 <sup>a</sup>	93,33 <sup>a</sup>	94,89 <sup>a</sup>	35,37 <sup>a</sup>	100,00 <sup>a</sup>	91,13 <sup>a</sup>	91,04 <sup>a</sup>
2	14,44 <sup>b</sup>	17,47 <sup>b</sup>	82,62 <sup>b</sup>	83,89 <sup>b</sup>	26,85 <sup>b</sup>	88,36 <sup>b</sup>	88,25 <sup>bc</sup>	86,36 <sup>ab</sup>
4	12,23 <sup>c</sup>	16,48 <sup>c</sup>	74,33 <sup>c</sup>	67,22 <sup>c</sup>	19,32 <sup>c</sup>	70,79 <sup>c</sup>	90,82 <sup>a</sup>	91,04 <sup>a</sup>
6	9,17 <sup>d</sup>	14,17 <sup>d</sup>	64,18 <sup>d</sup>	59,22 <sup>d</sup>	13,70 <sup>d</sup>	62,35 <sup>d</sup>	89,41 <sup>ab</sup>	88,43 <sup>a</sup>
8	6,84 <sup>e</sup>	11,70 <sup>e</sup>	57,84 <sup>e</sup>	40,00 <sup>e</sup>	7,34 <sup>e</sup>	42,16 <sup>e</sup>	88,95 <sup>b</sup>	83,87 <sup>ab</sup>
10	5,30 <sup>f</sup>	10,41 <sup>f</sup>	50,48 <sup>f</sup>	22,78 <sup>f</sup>	5,60 <sup>f</sup>	24,03 <sup>f</sup>	86,64 <sup>c</sup>	75,22 <sup>b</sup>
G.Ortalama	11,00	14,91	70,46	61,34	17,69	64,62	89,20	85,99
Çeşit Q: 2,451; Tuzluluk Q: 3,018; Çeşit x Tuzluluk Q: 3,766								
V.K.	S.D.	K.O.	K.O.	K.O.	K.O.	K.O.	K.O.	K.O.
Ç	2	29,78 <sup>**</sup>	27,82 <sup>**</sup>	348,13 <sup>**</sup>	272,22 <sup>**</sup>	46,55 <sup>**</sup>	183,51 <sup>**</sup>	39,92 <sup>**</sup>
T	5	207,63 <sup>**</sup>	106,33 <sup>**</sup>	2311,23 <sup>**</sup>	6507,91 <sup>**</sup>	1297,33 <sup>**</sup>	7218,30 <sup>**</sup>	25,02 <sup>**</sup>
Ç×T	10	5,23 <sup>**</sup>	2,67 <sup>**</sup>	238,63 <sup>**</sup>	53,40 <sup>**</sup>	14,07 <sup>**</sup>	53,56 <sup>**</sup>	4,37
Hata	34	0,15	0,17	2,91	10,62	0,97	12,21	3,39
%CV		3,52	1,15	2,42	5,31	5,57	5,41	2,07
		K.U.	G.U.	K.G.O.	F.G.İ.	T.T.İ.	Ç.O.	G.K.M.O.
G.U.		0,968 <sup>**</sup>	1					
K.G.O.		0,954 <sup>**</sup>	0,863 <sup>**</sup>	1				
F.G.İ.		0,973 <sup>**</sup>	0,943 <sup>**</sup>	0,893 <sup>**</sup>	1			
T.T.İ.		0,909 <sup>**</sup>	0,888 <sup>**</sup>	0,843 <sup>**</sup>	0,961 <sup>**</sup>	1		
Ç.O.		0,906 <sup>**</sup>	0,885 <sup>**</sup>	0,837 <sup>**</sup>	0,961 <sup>**</sup>	0,999 <sup>**</sup>	1	
G.K.M.O.		0,600 <sup>**</sup>	0,547 <sup>**</sup>	0,462 <sup>**</sup>	0,402 <sup>**</sup>	0,353 <sup>*</sup>	0,350 <sup>*</sup>	1
K.K.M.O.		0,629 <sup>**</sup>	0,516 <sup>**</sup>	0,388 <sup>*</sup>	0,480 <sup>**</sup>	0,502 <sup>**</sup>	0,501 <sup>**</sup>	0,510 <sup>**</sup>

K.U.: Kök Uzunluğu, G.U.: Gövde Uzunluğu, K.G.O.: Kök Gövde Oranı, Ç.O.: Çimlenme Oranı, F.G.İ.: Fide Gücü İndeksi, T.T.İ.: Tuz Tolerans İndeksi, G.K.M.O.: Gövde Kuru Madde Oranı, K.K.M.O.: Kök Kuru Madde Oranı, %C.V.: varyasyon katsayısı, K.O.: Kareler ortalaması, Ç: Çeşit, T: Tuz, Ç×T: çeşit tuz etkisi, V.K.: varyasyon kaynakları, S.D.: Serbestlik Derecesi, \*: Aynı satırlarda aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasında farklılık yoktur.

#### *Kök Uzunluğu (cm)*

Araştırma sonucunda artan tuz seviyesinde kök uzunluğunun olumsuz etkilendiği görülmektedir. Kök uzunluğu 3,63 (Tanem F1  $\times$  10 dSm<sup>-1</sup>) – 19,83 (Vega F1  $\times$  0 dSm<sup>-1</sup>) cm arasında değişmiştir. Tuz konsantrasyonuna en dayanıklı çeşit Vega F1 iken en hassas çeşit Tanem F1 olarak belirlenmiştir. Tuz seviyesine bağlı olarak en uzun ve en kısa kök uzunluğu dikkate alındığında kök uzunluğundaki azalmanın yaklaşık %82 oranında olduğu belirlenmiştir (Çizelge 1). Kökler bitkinin ihtiyacı olan suyun topraktan emilmesini sağlamaktadır. Köklerin bitki gelişimi üzerine öneminin büyük olmasından dolayı, kök uzunluğu, kuraklık stresi için en önemli göstergelerinden biridir (Mostafavi ve ark., 2011). Yapılan araştırmalar, tuz stresinin, köklerin su ve besin maddesi alımının bozulmasına neden olarak, köklerin uzamasını ve büyümesini engellediği söylenebilir. Aydınşakir ve ark. (2012) silajlık sorgumda, Akbari ve ark. (2007) buğdayda, Bilgili ve ark. (2018) ekmeklik buğdayda, Çakmakçı ve Dallar (2019) silajlık mısırdaki çalışmaları kök uzunluğunun tuz stresine bağlı olarak azaldığını belirledikleri çalışmalar ile araştırmamız benzerlik göstermektedir.

#### *Gövde Uzunluğu (cm)*

Farklı sulama suyu tuzluluğunda gövde uzunluğu 9,67–20,97 cm arasında değişmiştir. En uzun gövde uzunluğu kontrol haricinde 17,47 cm ile 2 dSm<sup>-1</sup> tuzluluk seviyesinde elde edilmiştir. Çeşitler açısından incelendiğinde ise, 16,31 cm ile Vega F1 çeşidinde elde edilmiştir. Çeşitler arasında yapılan TUKEY çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre Vega F1 ilk grupta yer alırken, Tanem F1 çeşidi son grupta yer almıştır. Kontrol ile 10 dSm<sup>-1</sup> karşılaştırıldığında %54,02'lik bir azalma söz konusudur (Çizelge 1). Sulama suyunda tuzluluk seviyesinin artmasından dolayı gövde uzunluğunun azalması çeşitli araştırmacılar tarafından belirlenmiştir (Aydınşakir ve ark., 2012; Bilgili ve ark., 2018).

#### *Kök Gövde Oranı (%)*

Farklı sulama suyu tuzluluğunun üç farklı şeker mısır çeşitlerine etkisinin belirlendiği bu çalışmada, kök/gövde oranı her üç çeşitte de tuzluluk seviyesi arttıkça azaldığı belirlenmiştir. Ortalama kök/gövde oranı değerleri, Merit F1 ve Vega F1 çeşitlerinde (sırasıyla, %72,56; 73,42) aynı grupta yer alırken, Tanem çeşidi (%65,41) son grupta yer almıştır. En yüksek kök/gövde oranı Tanem çeşidinin 0 dSm<sup>-1</sup> uygulamasında %95,43 ile ilk grupta yer alırken, en düşük oran ise yine aynı çeşitte 8 ve 10 dSm<sup>-1</sup> (%39,10–37,57) tuzlu su uygulamalarında ile aynı istatistiki grupta yer almıştır (Çizelge 1).

#### *Çimlenme Oranı (%)*

Farklı tuz yoğunluklarında çimlendirilen üç farklı şeker mısır çeşitlerine ait tohumlarda hesaplanan çimlenme oranları Çizelge 1'de görülmektedir. Çimlenme oranı yönünden 6 farklı tuz yoğunluğu, üç farklı çeşit ve Çeşit $\times$ Tuz Dozu etkileşimini araştırmak için 0.01 olasılık düzeyinde çok önemli farklılıklar olduğu saptanmıştır. Çizelge 1 incelendiğinde; şeker mısır çeşitlerinin artan tuzluluk koşullarından önemli derecede etkilendiği ve çimlenme oranının %21,67 ile %96,33 arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. En yüksek çimlenme oranı

kontrol dozu hariç, 2 dSm<sup>-1</sup> tuzluluk düzeyinde %91,67 oranında Tanem çeşidinde belirlenmiştir. En düşük çimlenme oranı değeri, 10 dSm<sup>-1</sup> tuzluluk düzeyinde Vega ve Tanem (%21,67) çeşitlerinde belirlenmiştir. Tuz dozu seviyelerinin artmasıyla çimlenme oranı değerlerinin azaldığı belirlenmiştir. Yapılan birçok araştırma ile benzer sonuçlar elde edilmiştir (Kaymak, 2018; Dumlupınar, 2005).

#### *Fide Gücü İndeksi*

Farklı tuz yoğunluklarında çimlendirilen üç farklı şeker mısır çeşidine ait tohumlarda hesaplanan fide gücü indeksi değerleri Çizelge 1'de görülmektedir. Çizelge 1 incelendiğinde; şeker mısır çeşitlerinin artan tuzluluk koşullarından önemli derecede etkilendiği ve fide gücü indeksinin artan tuz dozuna ters orantılı olarak azaldığı görülmektedir. Fide gücü indeksi değerlerinin 2,87 ile 38,90 arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. En yüksek fide gücü indeksi değeri kontrol dozu hariç, Vega çeşidinde ve 2 dSm<sup>-1</sup> tuzluluk düzeyinde 29,53 olarak belirlenmiştir. En düşük fide gücü indeksi değeri, 10 dSm<sup>-1</sup> tuzluluk düzeyinde Tanem (2,87) çeşidinde belirlenmiştir. Yapılan araştırmalar sonucunda elde edilen bilgiler ışığında, tuzlu koşullar altında çimlenme ve erken fide gelişimi dönemleri bitkilerin en hassas olduğu dönemler olarak bildirilmektedir. Bu nedenle, bitkilerin bu dönemlerde tuzluluğa gösterdikleri direnç oldukça önemlidir (Ghoulam ve Fares, 2001).

#### *Tuz Toleransı İndeksi*

Tuz toleransı, yüksek oranlardaki tuz içeriğine sahip olan ortamlarda bitkilerin büyüme ve gelişmesini sürdürebilme yeteneği olarak tanımlanmaktadır (Maathuis ve Altmann, 1999). Farklı tuz yoğunluklarında çimlendirilen üç farklı şeker mısır çeşidine ait tohumlarda hesaplanan tuz toleransı indeksi değerleri Çizelge 1'de görülmektedir. Tuz toleransı indeks değeri yönünden 6 farklı tuz yoğunluğu, çeşit ve Çeşit $\times$ Tuz dozu etkileşimini araştırmak için 0,01 olasılık düzeyinde çok önemli farklılıklar olduğu belirlenmiştir. Çizelge 1 incelendiğinde; şeker mısır çeşitlerinin artan tuzluluk koşullarından diğer özellikler gibi önemli derecede etkilendiği belirlenmiştir. Tuz toleransı indeksi değerleri kontrol uygulaması hariç, %22,47 ile %95,23 arasında değişim gösterdiği Çizelge 1'de görülmektedir. En yüksek tuz toleransı indeksi kontrol dozu hariç, 2 dSm<sup>-1</sup> tuzluluk düzeyinde %95,23 oranında Tanem çeşidinde belirlenmiştir. En düşük çimlenme oranı değeri, 10 dSm<sup>-1</sup> tuzluluk düzeyinde Tanem (%22,47) çeşidinde belirlenmiştir. Tuz dozu seviyelerinin artmasıyla tuz toleransı indeksi değerlerinin azaldığı, diğer yapılan birçok araştırma ile benzerlik göstermektedir (Lacerda ve ark., 2003; Kiremit ve ark., 2017).

#### *Gövde Kuru Madde Oranı (%)*

Farklı tuz yoğunluklarında çimlendirilen üç farklı şeker mısır çeşitlerine ait tohumlarda hesaplanan gövde kuru madde oranı değerleri Çizelge 1'de görülmektedir. Gövde kuru madde oranı yönünden farklı tuz yoğunlukları ve üç farklı çeşit arasında 0,01 olasılık düzeyinde çok önemli farklılıklar olduğu saptanmıştır. Çizelge 1 incelendiğinde; gövde kuru madde oranı değerleri %84,07 ile %92,79 arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. En yüksek

gövde kuru madde oranı kontrol dozu hariç, 2 dSm<sup>-1</sup> tuzluluk düzeyinde %89,19 oranında Merit çeşidinde belirlenmiştir. En düşük gövde kuru madde oranı değeri, 10 dSm<sup>-1</sup> tuzluluk düzeyinde %84,07 oranı ile Tanem çeşidinde belirlenmiştir. Ortalama gövde kuru madde oranı değerleri incelendiğinde Vega çeşidinin istatistiki olarak en yüksek değere sahip olduğu belirlenmiştir. Merit ve Tanem çeşitlerinde ortalama gövde kuru madde oranları istatistiki olarak aynı grupta yer almıştır.

#### Kök Kuru Madde Oranı (%)

Kök kuru madde oranı yönünden sadece farklı tuz yoğunlukları açısından 0,01 olasılık düzeyinde çok önemli farklılıklar olduğu belirlenmiştir. Çeşit ve Çeşit×Tuz interaksyonu açısından kök kuru madde oranı bakımından istatistiki olarak bir farklılık yoktur (Çizelge 1). Çizelge incelendiğinde, kök kuru madde oranı %64,72 ile %92,14 arasında değişiklik göstermiştir. Tuz konsantrasyonu arttıkça kök kuru madde oranının azaldığı belirlenmiştir.

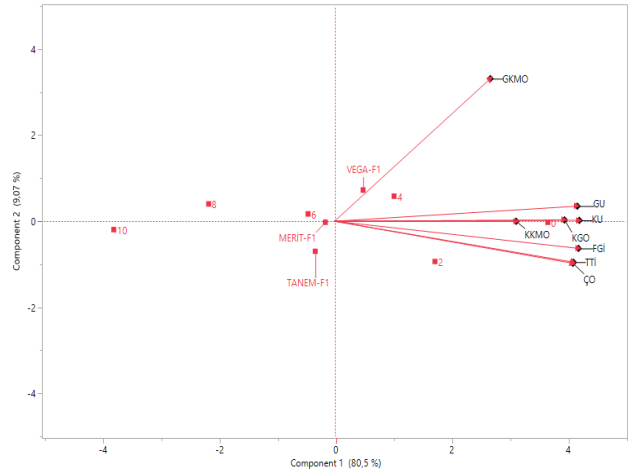
Şeker mısır çeşitleri ile sulama suyu tuzluluk konsantrasyonları ve incelenen özellikler arasındaki ilişkileri inceleyen Biplot grafiği Şekil 1'de verilmiştir. Biplot grafiği incelenen özellikler ile çeşitler ve sulama suyu tuzluluk konsantrasyonları arasındaki ilişkiler bir bütün olarak verilmiştir (Yan ve Frégeau-Reid, 2008). Bu çalışmada Biplot analizinde ana bileşen 1 %80,5 ve ana bileşen 2 %9,07 olmuş, bu iki bileşen toplamda varyasyonu %90,2 olmuştur. Biplot grafiğinde vektörlerin açısı daraldıkça özellikler arasındaki ilişkinin yakınlığının arttığını, vektörlerin açısı arttıkça özellikler arasındaki ilişkinin zayıfladığını ifade etmektedir (Erbaş Köse ve ark., 2019). Bu anlamda şekil 1 incelendiğinde, gövde uzunluğu ile gövde kuru madde oranı; çimlenme oranı, tuz toleransı ve fide gücü indeksleri vektörleri aynı yönde vektör açıları birbirine yakın olmuştur. Kök kuru madde oranı, kök uzunluğu ve kök gövde oranı ise vektörler birbirinin üstünde ve aynı yönde olduğu belirlenmiştir. İncelenen özelliklerden kök kuru madde oranı, kök uzunluğu ve kök gövde oranı ile sulama suyu tuz konsantrasyonlarından 0 dS m<sup>-1</sup>; çimlenme oranı, tuz toleransı ve fide gücü indeksleri 2 dSm<sup>-1</sup> daha yakın olmuştur. Biplot grafiğinde merkeze yakın çeşitler birçok özellik bakımından ön plandadır (Mut ve ark., 2017). Biplot grafiğinde merkeze en yakın çeşit Merit F1'dir. Vega F1 çeşidinin gövde uzunluğu, gövde kuru madde oranı, kök uzunluğu, kök kuru madde oranı ve kök gövde oranı açısından yüksek değerler göstermektedir (Şekil 1).

Çimlenme oranı özelliğinde yapılan regresyon analizi sonucunda sulama suyu tuzluluk konsantrasyonunun arttığında çimlenme oranının doğrusal olarak azaldığı R<sup>2</sup>; 0,9943 çok önemli ilişki olduğu tespit edilmiştir. Analiz sonucunda elde edilen  $y = -0,1845x^2 - 5,3008x + 94,603$  formülü yardımıyla şeker mısır için minimum %80 çimlenme istenirse, maksimum 2,53 dSm<sup>-1</sup> sulama suyu tuzluluğunda olacağı tespit edilmiştir (Şekil 2).

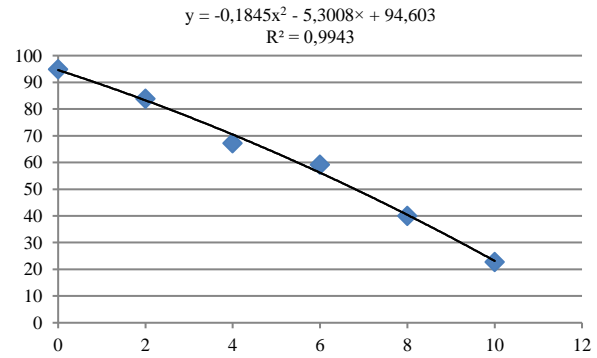
#### Sonuç ve Öneriler

Şeker mısır çeşitlerinde çimlenme ve erken fide gelişim döneminde uygulanan farklı tuzluluk düzeylerinin etkisine dönük incelenen karakterler bakımından, varyans analiz sonuçları önemli ilişkiler tespit edilmiştir. Farklı tuz konsantrasyonları uygulanan çeşitlerde, tuz oranı arttıkça

çimlenme oranı ve fide gelişimi özelliklerinin azaldığı tespit edilmiştir. Biplot analizi sonucunda Merit-F1 çeşidinin incelenen karakterlerde en iyi performansı sağladığı ve bu nedene tuzluluk problemi olan alanlarda bu çeşidin kullanılması önerilmektedir. Bununla birlikte yapılan çalışmada Tanem çeşidinin çimlenmesi aşamasında tuzluluğu hassas olduğu belirlenmiştir. Bu nedenle tuzluluk problemi olan alanlarda bu çeşidin ekilmesi verimde kayıplara neden olabileceği düşünülmektedir. Bununla birlikte yapılan regresyon analizi sonucuna göre, şeker mısır yetiştirilecek bölgelerde özellikle çimlenme aşamasında maksimum 2,53 dS m<sup>-1</sup> tuzluluğa sahip suların kullanılması önerilmektedir.



Şekil 1 Biplot analiz grafiği  
Figure 1 Biplot analysis graph



Şekil 2 Sulama suyu tuzluluk konsantrasyonunun çimlenme oranı arasında regresyon analizi

Figure 2 Regression analysis of germination rate of irrigation water salinity concentration

#### Kaynaklar

- Akbari G, Modarres Sanavy SAM, Yousefzadeh S. 2007. Effect of Auxinand Salt Stress (NaCl) on Seed Germination of Wheat Cultivars (*Triticum aestivum* L.). Pakistan Journal of Biological Sciences, 10(15): 2557-2561
- Anıl H, Sezer İ. 2003. Çarşamba Ovası'nda Şeker Mısırın Verim, Verim Unsurları ile Bazı Kalite Karakterlerine, Şaşırtmanın ve Farklı Ekim Zamanlarının Etkisi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi, Cilt:18 (2) S:17-23.
- Aydınşakir K, Erdurmuş C, Büyüktaş D, Çakmacı S. 2012. Tuz (NaCl) Stresinin Bazı Silajlık Sorgum (*Sorghum bicolor* L.) Çeşitlerinin Çimlenme ve Erken Fide Gelişimi Üzerine Etkileri, Mediterranean Agricultural Sciences, 25(1): 47-52.

- Bilgili D, Atak M, Mavi K. 2018. Bazı Ekmeklik Buğday Genotiplerinde Tuz ve Kuraklık Stresinin Çimlenme ve Fide Gelişimine Etkisi. Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fak. Dergisi, 23(1): 85-96.
- Bradford KJ. 1995. Water relations in seed germination. In: Kigel, J. and G. Galili, (Ed.) Seed development and germination. Marcel Dekker, Inc., New York, pp: 351–396.
- Butola JS, Badola HK. 2004. Effect of Presowing Treatment on Seed Germination and Seedling Vigour in Angelica Glauca, A Threatened Medicinal Herb. Current Science, 87(6): 796-799.
- Çakmakçı S, Dallar A. 2019. Farklı Sıcaklık ve Tuz Konsantrasyonlarının Bazı Silajlık Mısır Çeşitlerinin Çimlenme Özellikleri Üzerine Etkileri. Tekirdağ Üniversitesi Dergisi, 16(2): 121-132.
- Çulha Ş, Çakırlar H. 2012. Tuzluluğun Bitkiler Üzerine Etkileri ve Tuz Tolerans Mekanizmaları. Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 11: 11-34.
- Dumlupınar Z. 2005. Elektrik Akımı ve Tuz Konsantrasyonlarının Makarnalık Buğdayda Çimlenmeye Etkisi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş.
- Erbaş Köse ÖD, Mut Z, Akay H. 2019. Grain Yield And Some Quality Properties Of Domestic And Foreign Oat Genotypes, . International Conference on Agriculture, Food, Veterinary and Pharmacy Sciences (ICAFOP 2019/Trabzon), 16 -18 Nisan 2019 186-190.
- Ekmekçi E, Apan M, Kara T. 2005. Tuzluluğun Bitki Gelişimine Etkisi. OMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi, 20(3): 118-125.
- FAO, 2009. FAO Land And Plant Nutrition Management Service. [erişim tarihi: Aralık 2017].
- FAO, 2019. FAO <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> [erişim tarihi: Ağustos 2019].
- Ghoulam C, Fares K. 2001. Effect of Salinity on Seed Germination and Early Seedling Growth of Sugar Beet (*Beta vulgaris* L.). Seed Sci. & Technol, 29: 357-364.
- ISTA. 2003. Handbook of Vigour Test Methods. 2nd Edition. International Seed Testing Association (ISTA), Zürich, Switzerland. 49-56.
- JMP. 2019. JMP Users Guide. Version 13.0.0, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
- Kaymak G. 2018. Orman Üçgülü (*Bituminaria bituminosa* L.) Genotiplerinin Tuzluluğa Dayanıklılık Düzeylerinin Belirlenmesi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Samsun.
- Kırtok Y. 1998. Mısır Üretim ve Kullanımı. Kocaelik Basın ve Yayınevi, Sayfa 445, İstanbul.
- Kiremit MS, Hacıkamiloğlu MS, Arslan H, Kurt O. 2017. Farklı Sulama Suyu Tuzluluk Seviyelerinin Keten (*Linum usitatissimum* L.)'in Çimlenme ve Erken Fide Gelişimi Üzerine Etkisi. Anadolu Tarım Bilim. Dergisi, 32(350-347).
- Lacerda CF, Cambraria J, Oliva MA, Ruiz HA, Prisco JT. 2003. Solute Accumulation and Distribution During Shoot and Leaf Development in Two Sorghum Genotypes under Salt Stress. Environmental and Experimental Botany, 49: 107-120.
- Maathuis FJM, Altmann A. 1999. K+ Nutrition and Na+ Toxicity: The Basis of Cellular K+ /Na+ Ratios. Ann. Bot., 10:123-133.
- Matwijcuk A, Kornarzynski K, Pietruszewski S. 2012. Effect of Magnetic Field on Seed Germination and Seedling Growth of Sunflower. International Agrophysics, 26: 271-278.
- Mostafavi KH, Sadeghi Geive H, Dadresan M, Zarabi M. 2011. Effects of drought stress on germination indices of corn hybrids (*Zea mays* L.). International J. Agric.Sci.1(2):10-18.
- Munns R. 2002. Comparative Physiology of Salt and Water Stress. Plant Cell Environ., 25: 239-250.
- Munns R. 2005. Genes and Salt Tolerance: Bringing Them Together. New Phytologist, 167: 645-663.
- Munsuz N, Çaycı G, Sözüdoğru O. 2001. Toprak Islahı ve Düzenleyiciler (Tuzlu ve Alkali Toprakların Islahı). Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No:1518, Ankara.
- Mut Z, Erbaş Köse ÖD, Akay H. 2017. Bazı Ekmeklik Buğday (*Triticum aestivum* L.) Çeşitlerinin Tane Verimi ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi, 32: 85-95.
- Nizam I. 2011 Effects of Salinity Stress on Water Uptake, Germination and Early Seedling Growth of Perennial Ryegrass. Afr. J. Biotechnol 10: 10418-10424.
- Öktem A, Öktem AG. 2006. Bazı Şeker Mısır (*Zea mays saccharata* Sturt) Genotiplerinin Harran Ovası Koşullarında Verim Karakteristiklerinin Belirlenmesi. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 20(1): 33-46
- Rehman HAA, Dahab MH, Mustafa MA. 1996. Impact of Soil Amendment on İntermittent Evaporation, Moisture Distribution and Salt Redistribution in Saline Sodic Clay Soil Columns. Soil Sci., 161: 793–802.
- Yan W, Frégeau-Reid J. 2008. Breeding Line Selection Based on Multiple Traits. Crop Sci. 48: 417–423.